ÜBER DEN EINFLUSS DER TEMPERATUR AUF DIE KATALATISCHE WIRKUNG DES BLUTES GESUNDER MENSCHEN

BERNHARD SCHOCH

BEVER & LANGE, BUCHDRUCKEREI / GÜSTROW

Rostock
1933

AUS DER PHYSIOLOGISCH - CHEMISCHEN ABTEILUNG DES
PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTS DER UNIVERSITÄT ROSTOCK

ÜBER DEN EINFLUSS DER TEMPERATUR AUF DIE KATALATISCHE WIRKUNG DES BLUTES GESUNDER MENSCHEN

DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER MEDIZINISCHEN DOKTOR-
WÜRDE DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ROSTOCK
VORGELEGT VON

BERNHARD SCHOCH
(APPROB. ARZT AUS PREDEL B. REUDEN KREIS ZEITZ)

BUCHDRUCKEREI BEVER & LANGE / GÜSTROW.

Referent: Professor Dr. v. Krüger.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Schon lange ist es uns bekannt, daß dem Blut die Fähigkeit innewohnt, Wasserstoffsuperoxyd in Wasser und Sauerstoff zu zerlegen. Wir wissen auch, daß die Fähigkeit an die korpuskulären Elemente des Blutes und besonders an die Erythrozyten gebunden ist.

Die Art der Wirkungsweise ist bisher noch nicht endgültig geklärt, sodaß wir uns vorläufig damit werden genügen lassen müssen, ein Enzym als wirksames Agens anzunehmen. Wir bezeichnen dieses „Enzym" entsprechend seiner katalytischen Wirkung als Katalase.

Es sei noch erwähnt, daß auch andere Zellen, so die Lymphdrüsenzellen, die Milzzellen, die Spermatozoen usw. dieselbe Fähigkeit besitzen.

Beim Studium des chemischen und physiologischen Verhaltens der Blutkatalase zeigt sich eine Lücke in den Kenntnissen betreffend den Einfluß der Temperatur im Intervall von 0°—35°.

Auf Anregung von Herrn Professor von Krüger unterzog ich mich gern der Aufgabe, die Wirkung der Temperatur in diesem Intervall zu untersuchen.

Schon früher sind zahlreiche Versuche angestellt worden mit dem Ziel, die Widerstandsfähigkeit der Blutkatalase gegenüber höheren Temperaturen zu ermitteln.

So gibt bereits Senter [1]) an, daß die Blutkatalase in wässriger Lösung um so schneller vernichtet wird, je höher die Temperatur ist.

Die Katalase wurde nach 15 Minuten bei 65° völlig zerstört. Bei 55° verlor die Katalase nach 2 Stunden 95 % ihrer ursprünglichen Wirksamkeit, und bei 45° blieben nach 3 Stunden nur noch ungefähr 6 % des ursprünglichen Wasserstoffsuperoxydzersetzungsvermögens erhalten. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ging die Zerstörung nur sehr langsam vor sich und bei 0° konnte die Katalase wochenlang aufbewahrt werden, ohne daß sie ihre Wirksamkeit wesentlich einbüßte.

---

[1]) Senter, „Das Wasserstoffsuperoxyd zersetzende Enzym des Blutes". Z. physik. Chemie, 44, 257 (1903), 51, 673 (1909).

Nach van Italie [1]) allerdings kann Blutkatalase eine 3 Minuten dauernde Temperatur von 63° ohne wesentliche Zerstörung vertragen.

Nach Walling und Stoland [2]) verursacht 20 Minuten dauernde Einwirkung von Temperaturen zwischen 0° und 45° einen geringen Verlust der katalatischen Wirkung, hingegen Behandlung mit Temperaturen über 45° fast völlige Vernichtung.

Die angeführten Beobachtungen lassen sich nicht gut direkt mit einander vergleichen, sie stimmen jedoch alle darin überein, daß die Blutkatalase gegen höhere Temperaturen als 45° recht empfindlich ist und je nach Dauer der Einwirkung schneller oder langsamer vernichtet wird.

Auch Temperaturerniedrigungen setzen die Wirksamkeit der Blutkatalase deutlich herab. So fanden Walling und Stoland einen Verlust der Katalasewirkung von ungefähr 30—50 % bei Temperaturen von — 10° bis — 14°.

Alle oben genannten Versuche sind im eigentlichen Sinne nur erwähnenswerte Grenzgebiete, da eine eigentliche Wirkung auf das Verhalten der Blutkatalase bei fortlaufenden Temperaturen festzustellen nicht in der Absicht der Untersuchenden lag. Die einzige Mitteilung finden wir hierüber in der Arbeit von Bach und Zubkowa: „Über die Fermentzahlen des Blutes" [3]), auf die ich noch zurückkommen werde.

Es liegt im Interesse der Arbeit, wenn ich kurz auf die Methodik der quantitativen Bestimmung der katalatischen Wirkung des Blutes eingehe. Es ist eine Reihe von Methoden in Vorschlag gebracht worden, die sich letzthch in drei Gruppen einteilen lassen: in die gasvolumetrische, die jodometrische und die Permanganatmethoden. Von ihnen erfreuen sich die Permanganatmethoden einer besonderen Beliebtheit, und vor allem ist es die Methode von oben genannten Autoren Bach und Zubkowa, die eine große Verbreitung, wenn auch in zum Teil modifizierter Form, gefunden hat.

Auch ich halte mich in meiner Arbeit an die von Bach und Zubkowa angegebene Permanganatmetode, und zwar in der von

---

[1]) van Itallie, zit. nach Batelli und Stern, Ergebn. der Physiol. 10, 547.

[2]) Walling und Stoland, zit. nach S. Morgulis, Ergebn. der Physol., 23, I., 332 (1924).

[3]) Bach und Zubkowa, „Über die Fermentzahlen des Blutes". I. quantit. Bestimmung der Katalase, Protease usw., Biochem. Z., 125, 283 (1921).

Walter Masch [1]) vorgeschlagenen und zu einer sehr befriedigenden, klinisch verwendbaren Methode ausgebauten Modifikation.

Es ist natürlich, daß es sich bei den sogenannten Katalasebestimmungen des Blutes nicht um die Bestimmung der Katalasemenge im Blut, auch nicht einer relativen, handeln kann, da verschiedene Wechselwirkungen zum Teil unbekannter Art (Katalase, Antikatalase, Philokatalase) solches verhindern. Es kann sich also nur um eine Bestimmung der effektiven Größe der katalatischen Wirkung des betreffenden Blutes handeln, die sich aus der Menge des zersetzten Wasserstoffsuperoxyds durch eine Einheit des Blutes erkennen läßt.

Da mir betreffend die Einwirkung der Temperatur auf die Wirkung der Blutkatalase aus der Literatur nur der eine Versuch von Bach und Zubkowa bekannt ist und zum Vergleich mit meinen Ergebnissen zur Verfügung steht, andererseits bei ihnen die Methodik der quantitativen Bestimmung fest umrissen wird, werde ich etwas näher auf ihre Versuche eingehen.

Bach und Zubkowa verfuhren zuerst so, daß sie aus einem Blutstropfen aus der Fingerkuppe oder dem Ohrläppchen mit einer Kapillarpipette genau 20 cmm aufsogen und in ein 20ccm destilliertes Wasser enthaltendes Kölbchen quantitativ übertrugen. Von der erhaltenen Blutlösung wurde je 1 ccm entsprechend 0,001 ccm Blut, für die Bestimmung angewandt. 1 ccm Blutlösung (1 : 1000), 7 ccm destilliertes Wasser, 2 ccm 1 %iger reiner Hydroperoxydlösung (Merck) wurden in einen 75 ccm fassenden Erlenmeyerkolben gebracht, und das Gemisch 30 Minuten im Thermostaten bei 37 ° stehen gelassen. Dann wurde nach Ansäuern mit 3 ccm 10 %iger Schwefelsäure mittels 0,1 normaler Permanganatlösung der Rest des unzersetzt gebliebenen Hydroperoxyds in üblicher Weise bestimmt. Gleichzeitig wurde eine Kontrollprobe mit bis zum Kochen erhitzter Blutlösung (= 0,001 ccm Blut) unter sonst gleichen Bedingungen angesetzt.

Aus der Differenz zwischen dem Permanganatverbrauch für die Kontrollprobe und dem für die Hauptprobe ließ sich die durch 1 ccm Blutlösung (= 0,001 cmm Blut) zersetzte Hydroperoxydmenge berechnen.

Bach und Zubkowa beobachteten im Laufe ihrer Untersuchungen, daß unter sonst gleichen Bedingungen die Blutkatalase bei Zimmertemperatur wirksamer war als bei 37 °.

---

[1]) W. Masch: Zur Methodik der Blutkatalasebestimmung nebst Bestimmungen von Katalasezahl und Katalaseindex des Blutes gesunder Menschen. Z. ges. exp. Med., 77, 273 (1931).

Sie beobachteten ferner, daß beim Stehenlassen die Blutlösung während 30 Minuten im Thermostaten bei 37 ° ohne Wasserstoffsuperoxydzusatz und nachträglicher Einwirkung des Wasserstoffsuperoxyds bei Zimmertemperatur während weiterer 30 Minuten die Katalasewirkung ebenso herabgesetzt wurde wie bei direkter, 30 Minuten langer Einwirkung des Wasserstoffsuperoxyds im Thermostaten bei 37 °.

Sie stellten daraufhin einen in seinen Ergebnissen eindringlichen Versuch an, indem sie 1 ccm Blutlösung im Thermostaten 30 Minuten bei 37 ° hielten, dann auf 17 ° abkühlten, mit 2 ccm 1 %iger Wasserstoffsuperoxydlösung versetzten, noch weitere 30 Minuten bei 17 ° stehen ließen und mit Permanganat titrierten. Gleichzeitig machten sie Kontrollversuche bei 37 ° (ohne vorhergehendes Erwärmen) und bei 17 °.

Zersetztes Wasserstoffsuperoxyd:

Kontrollversuch bei	17 °	16,66 mg
Nach vorhergehendem Erwärmen auf . . .	37 °	14,43 mg
Bei direkter Einwirkung des Wasserstoffsuperoxyds bei	37 °	14,52 mg

Abnahme der Katalasewirkung:

Im ersten Falle	16,66 — 14,43 = 2,23 mg
Im zweiten Falle	16,66 — 14,52 = 2,14 mg

Die Abnahme der Katalasewirkung blieb also die gleiche, unabhängig davon, ob die Blutlösung für sich allein oder in Gegenwart von Wasserstoffsuperoxyd 30 Minuten lang der Temperatur von 37 ° ausgesetzt war.

Bach und Zubkowa führten diese Tatsache auf das gleichzeitige Vorhandensein einer die Blutkatalase zerstörenden Protease zurück. Sie stellten, ausgehend von dieser Mutmaßung, Untersuchungen an, die, ihrer Ansicht nach, ihre Annahme mit Beweisen belegten. Sie wiederholten dabei Versuche von Waentig und Steche [1]) mit einem Schweinsleberpräparat und bestätigten deren Befunde betreffend die Abnahme der Katalasewirkung unter dem Einfluß des Trypsins.

Durch dreifaches Fällen mit Alkohol und Auflösen in Wasser gereinigte Katalase aus Schweinsleber wurde in Wasser gelöst und diese Lösung durch passende Verdünnung annähernd auf die Wirksamkeit der zu prüfenden Blutlösung gebracht. Mit beiden Lösungen stellten sie dann Katalasebestimmungen bei 17 ° und weiterhin nach

[1]) Waentig und Steche, „Über fermentative Hydroperoxydzersetzung." Z. physiol. Chem., 83, 315 (1914).

vorangehendem, eine Stunde langem Stehenlassen im Thermostaten bei 37 ° in oben ausgeführter Weise an. Es ergab sich folgendes:

Zersetztes Wasserstoffsuperoxyd:

Blutlösung bei . . . . 17 ° : 16,92 mg, bei 37 ° : 14,63 mg
Katalaselösung bei . . 17 ° : 16,24 mg, bei 37 ° : 16,11 mg

Dieses Resultat nahmen sie als Beweis der Richtigkeit ihrer Annahme und auf den Folgerungen aufbauend, daß beim Auffangen des Blutes in destilliertem Wasser sämtliche Fermente der Formelemente, darunter auch die Protease, in Lösung gehen, stellten sie neue Versuche an.

Diese Versuche sind es, die mich veranlaßten, so ausführlich auf ihre Gedankengänge einzugehen.

Bach und Zubkowa nehmen an, daß sofort nach dem Heraustreten der Fermente die Protease anfange, auf die Katalase einzuwirken und umso schneller wirke, je höher die Temperatur von 0—47 ° steige. Je höher die Temperatur, je stärker also die Proteasewirkung, umso geringer gestalte sich die Wirkung der Blutkatalase.

Da bei Temperaturzunahme die Geschwindigkeit der Katalasewirkung ebenso wie die anderer Fermente zunehme, erhalte man also stets nur die Differenz zwischen der Katalasewirkung und der Abnahme derselben unter dem Einfluß der Protease bei der Bestimmung der Katalase in Blutlösungen.

Bach und Zubkowa sehen denn auch im anschließenden Versuch das Ergebnis unter dem Gesichtswinkel der Wechselwirkung Katalese-Protease, und ziehen wiederum ihre Schlüsse. Sie führten folgenden Versuch immer unter den oben angegebenen Bedingungen durch und erhielten:

Durch 1 cmm zersetztes Wasserstoffsuperoxyd in mg:

0 °	5 °	10 °	15 °	17 °	20 °
16,61	17,27	17,90	18,34	18,75	18,15
25 °	30 °	35 °	37 °	40 °	
17,62	16,12	14,63	14,25	14,04 mg	

Dieser Versuch ist der Schlußstein in dem Gebäude ihrer Behauptung, daß die Protease es sei, die den Schwund bezw. die Aufhebung der katalatischen Wirkung des Blutes verursache.

Hiergegen, nämlich gegen die Behauptung, daß die Protease die Ursache für die Wirkungsherabsetzung sei, insofern als die Protease die Katalase gleichsam verdaue und demzufolge völlig zerstöre, sprechen die Erfahrungen von Batelli und Stern [1]), die fanden, daß die

---

[1]) Batelli et Stern, Journ. de Physiol. et de Pathol. gen., 5, 957 (1905).

Wirkungsminderung der Katalase ein reversibler Prozeß ist, und daß eine Reaktivierung der Katalase durch gewisse Gewebsextrakte möglich ist.

Die Substanz, der sie diese besondere Eigenschaft zuschreiben, bezeichnen sie mit dem Namen „Philokatalase".

Auch Steppuhn und Timofejewa [1]) sprechen sich gegen die Behauptung Bach und Zubkowas aus, nachdem sie zahlreiche und eingehende Untersuchungen angestellt haben. Alle ihre Untersuchungen sprechen gegen die Annahme, daß Blutproteasen es seien, die die Blutkatalase zerstören. Vielmehr zeigen sie, daß etwa im Blut vorhandene Proteasen völlig unbeteiligt sind an der Herabsetzung der Katalasewirkung desselben.

Steppuhn und Timofejewa wandten sich in derselben Arbeit auch der Frage zu, in welchem Blutanteil der Faktor zu suchen ist, der die Wirkungsherabsetzung der Katalasewirkung bedingt. Sie fanden auf Grund ihrer Untersuchungen, daß Katalase wohl auch im Serum, allerdings in verschwindendem Maße, der überwiegende Teil jedoch in den Erythrozyten enthalten ist. Die Kataloseverarmung spielte sich aber nur in der Lösung der roten Blutköperchen ab, das Serum dagegen übte keine irgendwie bemerkbare, katalasemindernde Wirkung aus.

Durch eine Arbeit von G. Francke [2]) werden die Befunde Steppuhn und Timofejewas vollauf bestätigt. Francke läßt die Frage unentschieden, ob die Abnahme der Wirkung der Blutkatalase beim Stehenlassen der Blutlösung durch antikatalatisch wirkende Stoffe, die in den roten Blutkörperchen selbst enthalten sind und mit ihnen gelöst werden, bedingt wird, oder ob es eine der Katalase selbst anhaftende Eigenschaft ist, in verdünnter Lösung bis zu einem gewissen Grade unwirksam zu werden.

Steppuhn und Timofejewa weisen in oben angeführter Arbeit darauf hin, daß im Verlauf von 1—2 Stunden bei Verdünnungen von 1 : 100 bis 1 : 200 ein Katalaseschwund nicht eintritt. Erst bei stärkerer Verdünnung zeigt er sich, erreicht bei einer Verdünnung von 1 : 400 ein Maximum und bleibt dann bis zur Verdünnung 1 : 1000 auf demselben Niveau.

---

[1]) Steppuhn und Timofejewa, „Über die Ursache der rapiden Kataloseverarmung von Blutlösungen". Biochem. Z., 146, 108 (1924).

[2]) G. Francke, Beiträge zur Frage nach der katalat. Wirkung des Blutes. Bioch. Z., 222, 416, (1930).

Methodik:

Wie oben schon angeführt, benutzte ich zur Ausführung meiner Untersuchungen die Methode von Bach und Zubkowa in der Modefikation von Masch.

Der Vorteil dieser Modifikation liegt darin, daß zu der stark verdünnten zur Bestimmung vorbereiteten Blutlösung sofort die erforderliche Menge von Wasserstoffsuperoxyd zugesetzt wird, wodurch eine antikatalatische Wirkung nach Möglichkeit ausgeschlossen werden soll. Bach und Zubkowa hingegen setzten erst nach 30 Minuten langem Stehenlassen der Blutlösung bei 17 ° das Wasserstoffsuperoxyd zu, obwohl gerade während dieser Zeit des Stehens der Blutlösung eine starke Verringerung der Katalasewirkung zutage tritt. Auch ließen Bach und Zubkowa die Blutlösung nur 30 Minuten auf das Wasserstoffsuperoxyd einwirken, obwohl in dieser Zeit das Maximum der Zersetzung nicht erreicht wird.

Masch stellte nämlich fest, daß die katalatische Wirkung des Menschenblutes bei zweistündiger Einwirkung auf das Wasserstoffsuperoxyd praktisch als beendigt angesehen werden kann, und bestimmte daher erst nach Ablauf von 2 Stunden dauerndem Stehen des Gemisches Blutlösung + Wasserstoffsuperoxyd die Menge des zersetzten Wasserstoffsuperoxyds.

Im folgenden sei die Anordnung meiner Versuche kurz geschildert.

Je 18 Bechergläser von etwa 40 ccm Inhalt wurden mit 7 ccm aqua dest. und 2 ccm einer 1,5 %igen Wasserstoffsuperoxydlösung unter Wahrung peinlichster Sauberkeit beschickt. Die Wasserstoffsuperoxydlösung erhielt ich dadurch, daß zu 38 ccm aqua dest. 2 ccm Perhydrol (Merck) zugesetzt und gut gemischt wurde. Je 2 dieser Gläser wurden bei Temperaturen von 0—35 ° in Intervallen von 5 ° gehalten, bis sie die ihnen bestimmten Temperaturen aufwiesen.

Da mir Thermostaten nicht zur Verfügung standen, mußte ich mich anderweitig behelfen.

Drei Kästen aus dicker Pappe versah ich mit Kohlenfadenwiderstandslampen und Thermometer so, daß durch Änderung des vorgeschalteten Widerstandes, jeweils unter Ausschaltung der Einflüsse der Zimmertemperatur gleichbleibende Temperaturen von 25 °, 30 ° und 35 ° erhalten werden konnten. Für die Temperatur von 20 ° genügte das Aufstellen der Gläschen im Zimmer bei möglichst gleichmäßiger Zimmertemperatur von 20 °. Ich kann dabei die Befunde von Masch nur bestätigen, daß geringe Tempera-

turabweichungen (um etwa 1 °) die Ergebnisse kaum wesentlich beeinflussen.

Die Temperatur von 0 ° wurde auf Eis vollkommen erreicht, ebenso die Temperaturen von 5 °, 10 ° und 15 ° im Wasserbad von entsprechenden Temperaturen.

Wenn der technische Aufbau der Versuchsanordnung auch reichlich primitiv erscheint, so ist es mir bei gespannter Aufmerksamkeit, dauernder Kontrolle am Thermometer und langer Übung doch gelungen, die verlangten Temperaturen fast auf den Strich genau einzuhalten. Unvermeidliche Temperaturschwankungen um + oder — 0,5 ° spielen — wie oben erwähnt — keine Rolle und können vernachlässigt werden.

Nachdem diese Bedingungen erfüllt waren, wurde die Blutlösung bereitet, indem der mit Alkohol und Äther gereinigten Fingerbeere ein größerer Tropfen Blut durch Einstich mit der Schnapplanzette entnommen und in ein Paraffinschälchen gebracht wurde. Von diesem Tropfen wurden mittels einer Sahli-Pipette 20 cmm genau abgemessen und quantitativ in einen Meßzylinder, der 20 ccm aqua dest. enthielt, übertragen.

Auf diese Weise erhielt ich eine Blutlösung von 1 : 1000. Von dieser Blutlösung wurde unmittelbar darauf je 1 ccm = 0,001 ccm Blut in die 16 Gläser der Hauptproben mit stets derselben Pipette genau abgemessen, und die so erhaltenen Mischungen von Blutlösung + Wasserstoffsuperoxydlösung bei ihren jeweiligen Temperaturen 2 Stunden stehen gelassen. In die restlichen 2 Gläser wurden zur Kontrolle ebenfalls je ein ccm Blutlösung getan, jedoch erst nachdem sie zur Zerstörung der Katalase bis zum Kochen erhitzt worden war. Dieses Gemisch blieb ebenfalls 2 Stunden stehen.

Nach der abgelaufenen Zeit erhielt jedes Bechergläschen 3 ccm einer 10 %igen Schwefelsäure, worauf Titration mit n/10-Kaliumpermanganatlösung vorgenommen wurde. Aus der Differenz des Permanganatverbrauchs für die inaktiven (gekochten) und für die aktiven Blutlösungen wurden die Mengen des durch 1 cmm Blut zersetzten Wasserstoffsuperoxyds, d. h. die unter diesen Bedingungen erhaltenen Katalasezahlen berechnet.

Ergebnisse.

Ich lasse nunmehr die Ergebnisse meiner Bestimmungen in den Tabellen I und II, und in einer Kurventafel folgen.

Aufgenommen sind in die Tabellen das Alter der Versuchspersonen und die Katalasezahlen für die Temperaturen von 0 °—35 ° in Intervallen von 5 ° zu 5 °.

In der Kurventafel finden sich 3 Kurven, die nach den gefundenen Mittelwerten zusammengestellt sind:

1) für Männer (— — — —)
2) für Frauen (—.—.—.—)
3) für Männer und Frauen zusammen (————).

Im Ganzen ist das Blut von 100 Personen, 50 Männern und 50 Frauen, untersucht worden.

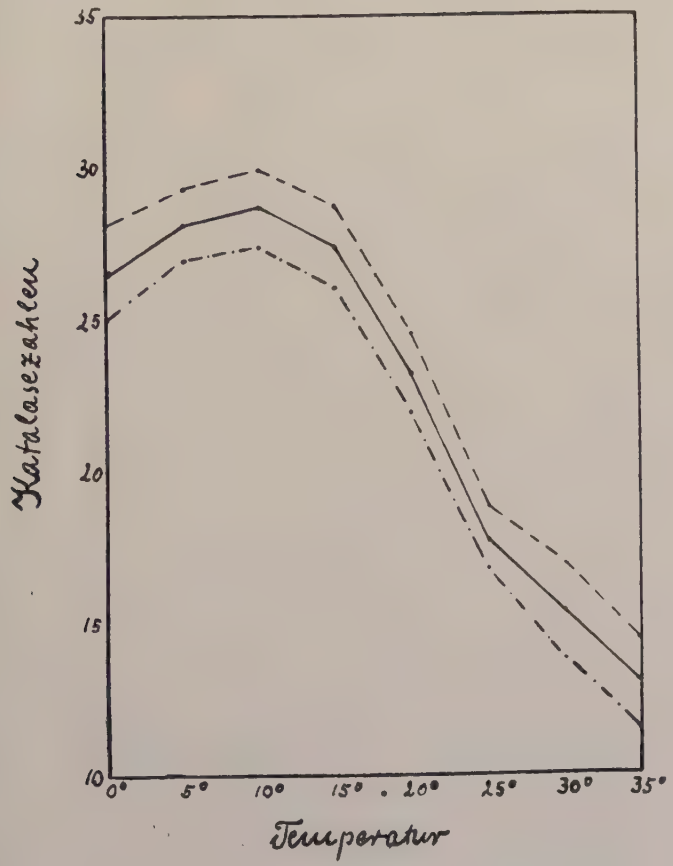

Tabelle I Männer

Nr.	Alter	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
1	23	28,74	30,01	30,04	29,16	24,12	20,72	19,24	14,95
2	22	29,04	29,62	30,34	28,56	22,94	17,02	16,58	13,47
3	22	28,16	29,17	29,99	27,37	22,44	19,55	18,70	14,62
4	24	29,72	30,81	30,43	29,96	26,01	19,72	19,04	13,77
5	23	28,61	30,68	30,36	29,87	25,74	23,10	21,45	17,16
6	27	29,54	30,14	30,14	29,26	24,23	20,81	19,35	15,05
7	21	29,02	29,98	30,21	29,37	24,34	20,93	18,47	15,16
8	19	28,24	29,12	30,33	28,91	25,12	20,74	19,12	14,92
9	23	28,10	28,88	30,29	29,34	24,91	21,01	20,07	15,21
10	23	29,71	29,84	30,91	29,96	25,21	20,17	16,01	13,98
11	23	28,43	29,62	30,29	29,44	24,43	21,01	19,58	15,26
12	24	29,14	31,92	31,42	29,38	28,56	24,86	21,66	20,66
13	21	31,01	32,09	31,25	30,24	27,06	24,53	20,50	18,91
14	22	31,08	31,54	30,21	29,43	25,02	20,22	19,12	14,43
15	20	28,11	29,07	28,76	28,12	24,81	18,96	17,70	13,11
16	21	29,22	29,39	29,07	28,76	24,65	19,12	17,85	13,27
17	23	31,78	32,24	30,91	29,43	25,92	21,67	20,33	15,71
18	26	28,23	29,21	28,91	28,44	24,81	18,80	16,54	13,14
19	20	28,97	30,33	31,28	30,02	25,12	19,80	17,38	14,54
20	22	29,39	30,06	30,89	28,39	26,05	18,70	12,69	10,86
21	21	24,73	28,39	28,56	28,06	23 55	18,37	16,87	14,63
22	21	29,05	30,72	31,06	27,72	26 39	18,91	12,36	10,52
23	24	25,05	28,09	29,73	27,87	25 22	18,70	16,69	15,02
24	27	29,11	30,23	30,76	28,58	25,88	18,53	12,01	10,69
25	23	26,72	28,90	29,22	28,69	24,38	18,53	17,21	14,97
26	26	28,44	29,38	30,49	29,86	26,52	18,17	16,75	12,64
27	21	27,16	29,86	30,66	30,02	23 55	18,49	16,27	15,01
28	22	29,70	28,91	30,13	27,65	22,91	18,01	15,48	13,70
29	27	26,23	30,80	30,34	29,39	27,42	17,64	15,01	11,06
30	24	29,25	29,73	30,18	29,86	25,12	18,80	17,22	15,48
31	22	28,91	28,69	30,65	27,81	22,44	17,06	15,48	14,70
32	29	26,08	30,93	30,49	29,27	24,54	18,13	12,48	11,39
33	24	27,33	29,84	30,51	30,02	24,33	18,64	16,75	15,01
34	22	28,89	29,27	30,72	29,51	25,12	17,41	15,17	13,92
35	23	23,23	26,39	27,76	25,56	22,72	18,54	17,04	13,52
36	23	23,68	26,72	27,87	25,85	22,99	19,85	17,47	14,26
37	29	24,86	25,55	29,74	27,72	24,02	18,65	15,62	13,78
38	29	25,20	27,05	29,41	28,06	23,86	18,31	15,76	14,26
39	21	25,91	26,88	29,62	26,87	22,85	19,99	17,47	14,26
40	22	26,37	28,56	29,90	28,22	24,19	17,81	14,95	13,44

Nr.	Alter	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
41	23	27,71	27,05	30,09	29,07	24,48	20,59	14,79	13,61
42	23	28,22	27,88	30,60	29,24	24,99	20,76	15,30	13,77
43	21	28,31	29,01	29,89	28,73	23,01	19,37	17,69	14,87
44	24	28,38	29,58	30,09	28,22	27,03	21,93	17,85	16,33
45	25	28,22	29,24	29,93	27,98	25,16	21,93	17,51	15,81
46	24	27,88	29,41	29,75	28,05	26,69	22,42	17,49	16,15
47	22	28,05	27,71	30,09	29,41	27,03	21,63	19,55	17,34
48	22	29,58	29,71	30,26	29,24	27,20	22,10	19,89	16,68
49	26	27,08	28,98	29,44	28,51	24,37	18,62	17,13	14,01
50	26	27,17	29,34	29,99	28,34	24,06	17,88	16,75	13,82
Mittel:		28,23	29,35	29,90	28,74	24,63	19,94	17,25	14,44

Tabelle II Frauen

Nr.	Alter	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
1	21	26,07	26,81	27,02	23,10	18,35	13,91	13,91	9,92
2	19	25,41	26,59	26,41	22,80	16,28	14,06	13,32	10,36
3	22	26,17	27,48	27,03	26,61	19,98	17,60	16,03	11,90
4	20	27,71	28,49	28,73	24,99	19,04	15,81	14,76	12,07
5	26	28,07	29,51	30,14	29,86	24,23	20,81	19,35	15,05
6	24	23,72	24,77	25,44	23,98	19,75	14,48	13,27	10,28
7	24	23,11	24,46	25,31	23,65	19,79	14,17	13,59	10,57
8	18	19,73	24,61	25,46	23,81	19,62	17,32	15,81	11,43
9	18	18,17	25,09	27,33	24,41	22,12	16,17	13,58	10,11
10	23	28,44	30,30	29,82	30,02	25,22	18,01	14,84	11,06
11	22	28,28	30,78	30,97	30,51	25,60	16,02	14,91	11,53
12	26	27,65	28,88	29,24	28,25	24,73	18,01	15,96	12,96
13	26	27,65	28,44	28,76	27,93	24,33	17,85	15,80	12,22
14	22	27,02	30,46	30,34	30,21	25,38	14,60	14,52	11,24
15	19	26,55	29,66	29,39	26,82	23,04	17,03	16,20	12,53
16	23	27,86	28,81	29,02	28,09	24,49	17,85	15,80	12,49
17	18	25,89	28,91	29,56	26,32	23,71	16,87	15,53	13,52
18	15	21,71	23,65	24,88	23,15	18,20	13,36	9,52	8,52
19	18	21,88	24,15	25,38	24,48	18,54	13,86	10,02	9,19
20	17	26,55	27,48	27,89	25,65	23,28	18,54	16,20	13,86
21	18	26,78	27,15	28,39	26,15	23,40	18,03	16,70	13,69
22	19	26,22	29,91	29,65	26,71	23,38	16,87	15,86	12,68
23	24	26,19	27,16	27,91	25,61	23,40	18,71	16,55	12,98
24	19	23,55	28,32	29,05	27,43	23,55	14,70	13,53	10,18
25	21	26,83	28,66	28,90	28,32	23,61	18,37	14,46	11,86
26	24	23,37	24,94	29,90	26,49	23,00	16,73	13,71	10,10
27	22	27,38	28,49	29,56	28,28	24,06	18,20	14,98	12,52

Nr.	Alter	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
28	25	23,48	27,91	29,39	26,99	23,82	17,01	14,12	12,91
29	22	29,56	30,33	30,06	27,88	24,23	17,86	14,91	12,80
30	28	29,22	30,62	30,12	27,60	24,55	17,91	15,03	13,01
31	28	29,39	30,88	30,41	29,07	25,21	16,32	12,86	11,69
32	26	25,88	27,18	28,23	28,32	23,89	19,07	13,20	11,03
33	19	29,22	29,76	30,72	27,72	25,51	21,70	15,41	14,24
34	23	24,52	27,55	27,89	27,91	24,38	19,38	13,36	11,21
35	22	29,90	30,80	31,10	30,21	27,07	20,71	16,19	14,98
36	22	25,22	27,96	28,06	27,91	24,13	19,22	13,31	12,12
37	25	21,92	24,66	25,72	24,88	21,55	14,87	10,55	9,35
38	25	21,55	24,05	25,56	24,61	21,38	15,71	10,91	10,11
39	22	20,74	24,06	25,97	25,63	20,73	17,00	12,41	11,05
40	27	25,16	26,27	27,37	25,59	22,45	17,68	14,63	12,41
41	18	23,29	24,22	25,50	24,23	20,74	16,83	12,07	10,71
42	24	28,82	29,81	29,98	28,32	24,03	19,72	15,81	13,52
43	20	26,01	28,22	29,32	28,11	23,51	20,42	14,45	10,88
44	20	26,82	28,90	29,49	28,05	26,01	21,77	14,68	12,37
45	18	24,07	24,48	25,21	23,91	20,02	17,17	13,11	10,52
46	21	25.40	26,01	27,31	24,32	23,09	19,43	14,23	11,78
47	22	25,11	25,46	26,56	24,52	22,36	16,51	13,59	11,01
48	24	26,36	28,01	28,42	26,20	23,01	17,46	14,15	12,81
49	23	25,71	26,16	27,18	25,67	22,63	17,01	14,71	12,19
50	24	26,82	27,03	26,71	24,22	19,44	16,11	13,97	13,02
Mittel:		25,04	27,07	27,53	25,92	22,13	16,88	13,80	11,50

Unterziehen wir die Tabellen einer näheren Betrachtung, so finden wir bei 20 ° im Mittel für Männer als Wert der Katalasezahlen 24,63 und für Frauen 22,13. Vergleichen wir diese Zahlen mit den von Masch [1]) und Glamann [2]) gefundenen, die ihre Untersuchungen bei 20 ° ausführten, so finden wir eine fast vollkommene Übereinstimmung derselben, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Katalasezahl bei 20 °:

Autor	Männer	Frauen
Masch . . .	24,9	21,8
Glamann . . .	23,5	21,6
Schoch . . .	24,6	22,1

[1]) W. Masch, l. c.

[2]) R. Glamann, „Über die antikatalat. Wirkung des Blutes gesunder Menschen. Diss., Rostock, 1933.

Die Intensität der katalatischen Wirkung des Blutes von Männern ist größer als die des Blutes von Frauen. Das zeigt sich nicht nur bei der Temperatur von 20 °, sondern gilt jeweils für jede Temperatur.

Meinen Tabellen ist weiterhin zu entnehmen, daß sowohl bei Männern als auch bei Frauen die Katalasezahlen großen individuellen Schwankungen unterliegen. Bei Männern betrug die größte Katalasezahl überhaupt 32,24 bei 5 °, die kleinste 10,52 bei 35 °. Bei Frauen wurde einmal die Höchstkatalasezahl von 31,10 bei 10 °, die kleinste von 8,52 bei 35 ° erreicht.

Ziehen wir Maschs und Glamanns Zahlen zum Vergleich heran, so muß ich mich wieder auf die Temperatur von 20 ° beschränken. Die höchste Katalasezahl betrug in meinen Versuchen bei 20 ° 28,56 gegen 30,6 bei Masch und 30,7 bei Glamann, bei Frauen 27,07 gegen 29,6 bezw. 27,2. Die kleinste bei Männern 22,44 gegen 18,7 bezw. 16,8, bei Frauen 16,28 gegen 15,3 bezw. 15,9. Alle diese Zahlen kommen jedoch nur einmal bei je 50 Versuchen vor.

Die bereits oben erwähnte geringere katalatische Wirkung des Blutes von Frauen gegenüber der des Blutes von Männern wird auch dadurch bestätigt, daß von Frauen nie das Maximum der Männer, von diesen nie das Minimum der Frauen erreicht wird.

Die Frage für die Ursachen hierfür ist leicht dadurch zu erklären, daß bei den Männern die Zahl der roten Blutkörperchen, die ja die eigentlichen Träger der Katalasewirkung sind, physiologisch höher ist als bei Frauen, während der Katalaseindex d. h. die auf 1 Million Erytrozyten entfallende katalatische Wirkung, bei Männern und Frauen unter physiologischen Bedingungen gleich groß ist (Masch, Glamann).

Was nun den Einfluß der Temperatur auf die katalatische Wirkung des Blutes anlangt, so können wir unseren Tabellen und der beigefügten Kurventafel Folgendes entnehmen:

1) **die katalatische Wirkung des Blutes,** ausgedrückt in Katalasezahlen, d. h. den Mengen Wasserstoffsuperoxyd, die unter unseren Versuchsbedingungen durch 1 cmm Blut zersetzt werden, **zeigt im Intervall von 0 °—10 ° einen Anstieg, der im Mittel aus allen unseren Bestimmungen etwa 8 % des bei 0 ° gefundenen Wertes ausmacht.**

2) **Bei + 10 ° erreicht die katalatische Wirkung ihren Höhepunkt, um von da ab bis zur höchsten von uns beobachteten Temperatur von + 35 ° stetig abzunehmen. Diese Abnahme beträgt im Mittel etwas mehr als die Hälfte des Höchstwertes.**

3) Besonders deutlich tritt die Beeinflussung der katalatischen Wirkung des Blutes durch die Temperatur aus der Kurventafel hervor. Dabei zeigt sich zugleich, daß die Kurve für das Frauenblut etwas niedriger liegt als die für das Männerblut, wobei sie jedoch praktisch parallel zu einander verlaufen. Aus letzterem geht hervor, daß der Temperatureinfluß in beiden Fällen ganz der gleiche ist.

Die tiefere Lage der Kurve für das Frauenblut erklärt sich daraus, daß die katalatische Wirkung des Blutes in erster Linie an die roten Blutkörperchen gebunden ist, und deren Zahl im Frauenblut kleiner ist als im Männerblut.

Zusammenfassung.

Es sind an 50 Männern und 50 Frauen nach der Methode von Bach und Zubkowa in der Modifikation nach Masch Bestimmungen der Katalasezahlen bei den Temperaturen von 0 °—35 ° in Intervallen von 5 ° zu 5 ° ausgeführt worden. Dabei konnten die Befunde von Masch und Glamann bei 20 ° samt und sonders bestätigt werden.

Bei ursprünglicher Methodik fanden Bach und Zubkowa den Kulminationspunkt ihrer Kurve bei 17 °, während nach der Modifikation von Masch von mir derselbe bei 10 ° gefunden wurde. Der Einfluß der Temperatur auf die katalatische Wirkung des Blutes zeigt sich also darin, daß bei + 10 ° das Maximum der Wirkung erreicht wird und daß höhere oder niedrigere Temperaturen die volle Entfaltung derselben hemmen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor v. Krüger für die Überweisung des Themas und die freundliche Anleitung und Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Als Sohn des Pfarrers Bernhard Schoch und seiner Ehefrau Lydia, geb. Elsässer, wurde ich, Ferdinand Bernhard Schoch, am 23. April 1908 zu Königsaue Kr. Quedlinburg geboren. Ich besuchte das humanistische Gymnasium zu Zeitz, wo ich am 18. III. 1927 die Reifeprüfung bestand. Vom Sommersemester 1927 bis Sommersemester 1932 studierte ich Medizin und bestand am 23. Mai 1933 die ärztliche Staatsprüfung zu Rostock.